

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 08-026104

(43)Date of publication of application : 30.01.1996

(51)Int.Cl.

B61B 13/10
B25J 5/00
B62D 57/024
F15B 15/10

(21)Application number : 06-164244

(71)Applicant : TOSHIBA CORP

(22)Date of filing : 15.07.1994

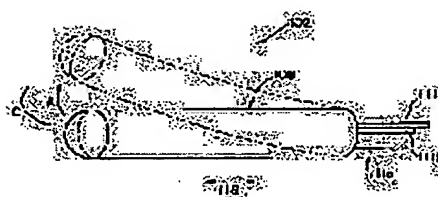
(72)Inventor : KOGA AKIHIRO
SUZUMORI KOICHI

(54) MOVING DEVICE

(57)Abstract:

PURPOSE: To provide high reliability and facilitate the miniaturization by erecting a plurality of cylindrical elastic bodies on a plurality of surfaces of a base with the prescribed arrangement, and communicating at least two pressure chambers of the respective cylindrical elastic bodies with different flow passages.

CONSTITUTION: Three bulkheads 105, 106, 107 are formed at an interval of approximately 120° in a flexible actuator (cylindrical elastic body) 108. When the pressure in a pressure chamber 114 is increased by feeding the working fluid from a tube 111a, the pressure chamber 114 is expanded in the axial direction, and the cylindrical elastic body 108 is curved in the A direction to show the condition by the chain line. When the pressure in a pressure chamber 116 is further increased in this condition through a tube 111c, the cylindrical elastic body 108 is curved in the C direction away from the plan. The cylindrical elastic body 108 is curved in an arbitrary direction by combining the pressures to be given to three pressure chambers 114, 115, 116. This constitution moves the flexible actuator 108.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平8-26104

(43) 公開日 平成8年(1996)1月30日

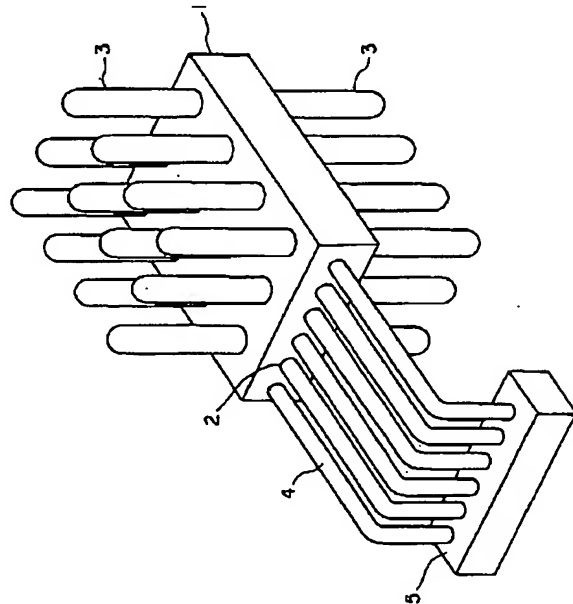
(51) Int.Cl. ⁶	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
B 6 1 B 13/10				
B 2 5 J 5/00	C			
B 6 2 D 57/024				
F 1 5 B 15/10	H	9026-3 J		
			B 6 2 D 57/ 02	J
			審査請求 未請求	請求項の数 1 O L (全 13 頁)
(21) 出願番号	特願平6-164244			
(22) 出願日	平成6年(1994)7月15日			
(71) 出願人	000003078 株式会社東芝 神奈川県川崎市幸区堀川町72番地			
(72) 発明者	古 賀 章 浩 神奈川県川崎市幸区小向東芝町1 株式会 社東芝研究開発センター内			
(72) 発明者	鈴 森 康 一 神奈川県川崎市幸区小向東芝町1 株式会 社東芝研究開発センター内			
(74) 代理人	弁理士 佐藤 一雄 (外3名)			

(54) 【発明の名称】 移動装置

(57) 【要約】

【目的】 複数のフレキシブルアクチュエータを駆動要素として有し、高い信頼性で狭所を移動でき、小型化に適した構造を有する移動装置を提供する。

【構成】 壁(100)間等に形成された空間を移動する移動装置であって、流体が流通する複数の流路(8)が内部に形成された基部(1)と、長手方向に延びる複数の圧力室(114、115、116)が各々の内部に形成された複数の筒状弾性体(3)と、流体の圧力を各々の流路(8: 8a, 8b, 8c, 8d)に対し選択的に調整可能な圧力制御手段(5)と、を備え、複数の筒状弾性体(3)は所定の配列で基部(1)の複数の面に立設されているとともに、各々の筒状弾性体(3)の少なくとも2個の圧力室は異なる流路(8)に連通されていることを特徴とする。



(2)

特開平 8-26104

1

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 壁間等に形成された空間を移動する移動装置であって、

流体が流通する複数の流路が内部に形成された基部と、
長手方向に延びる複数の圧力室が各々の内部に形成された複数の筒状弾性体と、

流体の圧力を各々の流路に対し選択的に調整可能な圧力制御手段と、を備え、

前記複数の筒状弾性体は所定の配列で前記基部の複数の面に立設されているとともに、各々の前記筒状弾性体の少なくとも 2 個の圧力室は異なる前記流路に連通されていることを特徴とする移動装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】 本発明は移動装置に係り、特に配管や壁間等に形成された空間を移動する移動装置に関する。

【0002】

【従来の技術】 従来、配管内部を移動する移動装置として、複数個の車輪を持ちその車輪を配管内側に押しつけ車輪を回転させることによって移動する移動装置が開発されている（例えば、計測自動制御学会論文集、Vol. 21 No. 7, pp 733-740 (1985)、特開昭 63-275473 号公報）。

【0003】 図 20 を参照してこの移動装置の概略を説明する。この移動装置は、3 個の車輪 70a、70b、70c を棒状部材 71a、71b を介して管内壁 73a、73b に押しつけ、車輪 70a、70b、70c を駆動させることにより推進力を生成し、管内を移動する。管壁 73a、73b の間隔が多少変化した場合、バネ 72 の作用によりはさみ構造をなす棒状部材 71a、71b のなす角 θ が変化し、車輪 70a、70b、70c 間の距離を管壁間隔の変化にならわせることができる。

【0004】

【発明が解決しようとする課題】 図 20 に示す従来の移動装置においては、車輪 70a、70b、70c は推進を担うとともに自重を支えるため、車輪 70a、70b、70c が滑ってしまうと、移動が困難になってしまった。信頼性を上げるために多数の車輪を有する機構とすると、装置が大型になりかつ複雑化してしまい、装置のコンパクト化が困難となってしまう。

【0005】 そこで本発明の目的は、上記従来技術の有する問題を解消し、高い信頼性を有しコンパクト化が容易な移動装置を提供することである。

【0006】

【課題を解決するための手段】 上記目的を達成するために、本発明による移動装置は、壁間等に形成された空間を移動する移動装置であって、流体が流通する複数の流路が内部に形成された基部と、長手方向に延びる複数の

2

圧力室が各々の内部に形成された複数の筒状弾性体と、流体の圧力を各々の流路に対し選択的に調整可能な圧力制御手段と、を備え、前記複数の筒状弾性体は所定の配列で前記基部の複数の面に立設されているとともに、各々の前記筒状弾性体の少なくとも 2 個の圧力室は異なる前記流路に連通されていることを特徴とする。

【0007】 また、前記基部には、前記複数の流路へ流体を入力するための複数の入力ポートが形成されていることを特徴とする。

【0008】 また、前記基部と前記筒状弾性体は弾性部材からなり、前記筒状弾性体の弾性係数は前記基部の弾性係数よりも小さいことを特徴とする。

【0009】 また、前記基部は、別体として形成された 2 個の構造体を張り合わせて形成されており、各々の構造体は片面に前記複数の筒状弾性体が所定の配列で立設されているとともに内部に前記入力ポートと連通する複数の流路が形成されていることを特徴とする。

【0010】 また、2 個の前記構造体は、互いに張り合わされる面にかみ合い部が形成されていることを特徴とする。

【0011】 また、前記構造体は、前記複数の筒状弾性体と一体に光造形法によって形成されたものであることを特徴とする。

【0012】 また、前記構造体の互いに張り合わされる面には、前記流路の凹部が形成されていることを特徴とする。

【0013】 また、前記基部は、内部を区画されて形成され互いに独立に内部流体圧を調整可能な複数の流体室を備えることを特徴とする。

【0014】 また、前記圧力制御手段は、基部の内部に配設され、電気回路で制御可能な複数の流体素子を有することを特徴とする。

【0015】

【作用】 各々の筒状弾性体の少なくとも 2 個の圧力室は異なる流路に連通されており、異なる流路に連通する圧力室は各々の流路を介して圧力制御手段によって他の圧力室に対して相対的に流体圧力が調整される。ある特定の流路の流体圧力を圧力制御手段によって調整すると、その特定の流路に連通する圧力室を有するグループの筒状弾性体は、対応する圧力室の流体圧力と他の圧力室の流体圧力との差がで可塑性変形する。

【0016】 筒状弾性体の先端部を壁面等へ当接させ筒状弾性体を弾性変形させることにより、筒状弾性体は壁面等に対して壁間保持力と推進力を得る。移動装置の目標とする動作に応じて、所定の配列で立設された複数の筒状弾性体を所定の一連の順序で圧力制御手段を介して弾性変形させることにより、複数の筒状弾性体は壁面等に対する壁間保持力等を得て移動することができる。

【0017】 複数の筒状弾性体は基部の複数の面、例えば表裏両側に立設されているので、基部の複数の面にあ

(3)

特開平8-26104

3

る筒状弾性体の先端部で壁面等を押しつけることが可能であり、移動装置は他の手段を用いずに自力で壁間等に形成された空間内に支持しながら移動することができる。

【0018】また、基部には、複数の流路へ流体を入力するための複数の入力ポートが形成されているので、圧力制御手段によりこれらの入力ポートから容易に流体圧力を供給できるとともに流体圧力を制御することができる。

【0019】また、筒状弾性体の弾性係数は基部の弾性係数よりも小さいので、筒状弾性体のみを選択的に変形させることが可能になり、移動装置を効果的に移動させることができる。

【0020】また、基部は、別体として形成された2個の構造体を張り合わせて形成されるので、光造形法で形成しやすくすることができる。

【0021】また、2個の構造体は、互いに張り合わされる面にかみ合い部が形成されているので、密接に張り合わせることができる。

【0022】また、構造体は、複数の筒状弾性体と一体に光造形法によって形成されたものであるもので、従来のように各構成部品を個別に作成し組立を行い配管を行う場合に比べて、コンパクト化が可能であり、ほとんど組立工程を用いずに容易に製造することが可能になる。

【0023】また、構造体の互いに張り合わされる面には、流路の凹部が形成されているので、不要な箇所を容易に除去・洗浄することができる。

【0024】また、基部は、内部を区画されて形成され互いに独立に内部の流体圧力を調整可能な複数の流体室を備えるので、湾曲した部分を有する壁面の空間に対応させて基部自体を弾性変形させることができる。

【0025】圧力制御手段は、基部の内部に配設され、電気回路で制御可能な複数の流体素子で構成されているので、移動装置本体の外部に別体の圧力制御手段を設ける必要がなく、流路の流体圧力を調節制御することができる。

【0026】

【実施例】本発明による移動装置の実施例を図面を参照して説明する。図1乃至図7を参照して本発明の第1実施例を説明する。図1において、符号1は基部を示し、基部1の側部には圧力流体（空気や水など）を入力するための複数の入力ポート2が設けられ、基部1の上下両面の各面には複数の筒状弾性体としてのフレキシブルアクチュエータ3が4行3列に立設されている。

【0027】このフレキシブルアクチュエータ3は、例えば特開平1-247809号公報に記載されたものを使用することができる。以下、このフレキシブルアクチュエータ3の構成を図21、22を用いて説明する。

【0028】図21にフレキシブルアクチュエータの分解斜視図に示す。フレキシブルアクチュエータ3は、外

4

壁を形成する筒状弾性体108、先端封止部109、根元封止部110、チューブ111（111a、111b）および先端部材112から構成されている。そして、同図からもわかるように、筒状弾性体108は同一形状からなる2つの単体筒状弾性体113（113a、113b）をその軸方向に並列に接着することにより一体形成したものである。このため、接着された部位により筒状弾性体108の軸方向に弾性隔壁105が延設され、この弾性隔壁105により2つの圧力室114、115が形成される。単位筒状弾性体113a、113bは図21および図22に示すように、図面垂直方向を軸としてそれぞれ間隔を密にして螺旋状に巻装された繊維117を、弾性材料であるシリコンゴムにより被覆して形成されている。

【0029】このため筒状弾性体108は繊維117とゴムとの複合による異方性弾性材料によって形成されることにより縦弾性係数の小さい方向は筒状弾性体108の軸方向118と略一致し、この軸方向118には伸びやすくなっているものである。また軸方向118と直交する方向119には繊維117により縦弾性係数大のため伸びにくくなっている。

【0030】先端封止部109は、金属などにより形成され単位筒状弾性体113a、113bに形成された圧力室114、115を封止する扇形状の上蓋109a、109bの一端を単位筒状弾性体113a、113bに挿入して接着することにより構成されている。

【0031】根元封止部110は、先端封止部109と同様な扇形状の下蓋110a、110bと、この下蓋110a、110bの一端を単位筒状弾性体113a、113bに挿入して接着封止することにより構成されている。

【0032】また、下蓋110a、110bには、チューブ111a、111bが挿入固着される挿入穴120a、120bがそれぞれ設けられている。チューブ111a、111bは接着剤により挿入穴120a、120bに密封状に固着されているものである。チューブ111a、111bの他端は、ここでは図示しない圧力制御装置（例えば空気源や圧力制御弁、およびこれらを制御する計算機など）に接続しており、作動流体の圧力を自在に調整できるようになっている。また、ここでは図示していないが、接着した2つの単位筒状弾性体113a、113bの周囲をさらにシリコンゴムで被覆している。

【0033】また、筒状弾性体108の前記先端封止部109のさらに先端には、シリコンゴムからなる先端部材112が接着されている。先端部材112は略球面状の形状をなしている。この先端部材112は、壁面との摩擦を大きくするために、その表面摩擦係数が比較的大となるように加工されていてもよい。

【0034】なお、図21では内部に1つの隔壁105

(4)

特開平8-26104

5

によって2つの圧力室114、115に区画された場合を示したが、図22に示すように3個の隔壁105、106、107によって3つの圧力室114、115、116に区画することも可能である。

【0035】次に、上述したフレキシブルアクチュエータ3をロボットフレキシブルアクチュエータ3として機能させる際の動作について図23を参照して説明する。フレキシブルアクチュエータ3の内部に3つの隔壁105、106、107が、その軸方向に延びるように形成されている。これらの隔壁105、106、107は略120度間隔に形成されている。このような構成からなるフレキシブルアクチュエータ3について、例えばチューブ111aから作動流体を送り込んで圧力室114の圧力を高めたとする。このようにすると、圧力室114は軸方向に伸び、筒状弾性体108がA方向に湾曲して鎖線で示した状態になる。この状態でさらにチューブ111cを介して圧力室116の圧力を高めれば、筒状弾性体108は紙面手前に向かうC方向に湾曲することになる。このようにして3つの圧力室114、115、116に与える圧力の組み合わせにより、筒状弾性体108を任意の方向へ湾曲させることができる。また、3つの圧力室114、115、116の圧力を等しく高めれば、筒状弾性体108を軸方向に真直ぐ伸ばすことができる。このような動作を利用することにより、フレキシブルアクチュエータ3の移動が可能となる。

【0036】次に、以上のようなフレキシブルアクチュエータ3を立設する基部1等について説明する。

【0037】基部1の内部には、図3等に示すように複数の流路8が形成されている。複数の流路8は互いに異なる入力ポート2に連通している。各々のフレキシブルアクチュエータ3は図21および図22において説明したように、複数（本実施例では3個）の圧力室を有する。これらの複数の圧力室の少なくとも2個は互いに異なる流路8に連通されている。

【0038】図1に示すように、入力ポート2の各々にはチューブ4が接続され、チューブ4は圧力制御手段5に接続されている。圧力制御手段5はコンプレッサやバルブ等によって構成されており、複数の入力ポート2を介して圧力流体を流路8へ供給するとともに各流路8の圧力流体の流体圧を選択的に調整することができるようになっている。

【0039】図2は基部1を含む移動装置本体の具体的な形成方法を示す。図2に示すように移動装置本体は、フレキシブルアクチュエータ3と流路部13a、13bとからなる2つの構造体15a、15bをまずそれぞれ作成し、構造体15a、15bを流路8の対応する箇所どうしが接するように位置を調整し、構造体15a、15bの間に接着剤等を封入し、接合することによって作成される。

【0040】流路部13a、13bには複数の流路8が

6

形成されている。圧力制御手段5は移動装置の駆動に必要なフレキシブルアクチュエータ3へ対応する流路8を介して選択的に圧力流体を供給する。流路部13a、13bのフレキシブルアクチュエータ3はそれぞれ先端部を壁面100へ押しつけることが可能である。なお、圧力制御手段5からの流体を流路部13a、13bに伝えるチューブ4は2つの構造体15a、15bの間に挟んで接続してもよいし、構造体15a、15bのどちらか一方に接続した後に2つの構造体15a、15bを接合してもよい。

【0041】なお、図2では、基部1の上下両面の各面に12個のフレキシブルアクチュエータ3が6行または6列に立設されている場合を示したが、以下の図3乃至図6では、独立の流路8の系統数を減らして基部1をコンパクトに形成するためにフレキシブルアクチュエータ3を3行3列に立設した場合について説明する。

【0042】図3乃至図6に、基部1に形成された複数の流路8とこれらの流路に連通するフレキシブルアクチュエータ3の圧力室を示す。図3は、図2における断面A-Aを示し、図4は図2における断面B-B、図5は図2における断面C-C、および図6は図2における断面D-Dを示す。

【0043】流路部13aには4系統の流路8（8a、8b、8c、8d）が形成され、各々の流路8は図6に示す4つの圧力供給口16a、16b、16c、16dに接続されている。圧力供給口16a、16b、16c、16dは対応する異なる入力ポート2に接続されている。

【0044】図6において、各々のフレキシブルアクチュエータ3の3個の圧力室に対応する基部1における端面は、（17a、17b、17c）、（18a、18b、18c）～（25a、25b、25c）によって示される。

【0045】それぞれの圧力供給口16a、16b、16c、16dに複数のフレキシブルアクチュエータ3の圧力室が対応するように流路8（8a、8b、8c、8d）が形成されている。

【0046】フレキシブルアクチュエータ3の圧力室の端面17bと17cは流路8bを介して互いに連通している。したがってこれらの圧力室は同一の流路8bに連通している。これに対して、圧力室の端面17aは圧力室の端面17bと17cとは別に流路8aに連通している。

【0047】ここで、フレキシブルアクチュエータ3の3個の圧力室を異なる流路に連通せずに2個の圧力室を共通の流路に連通させたのは、流路の個数を少なくしてコンパクトに移動装置を構成するためである。ここで示す例では、移動装置は前方後方の一方向へのみ移動することが可能である。なお、前方後方の他に左右方向にも移動できるようにするためには、流路8の個数を増やし

(5)

特開平8-26104

7

3個以上の圧力室を異なる流路に連通し、各圧力室の圧力を独立に制御できるようにすればよい。

【0048】なお、同様に、圧力室の端面19bと19c、端面21bと21c、端面23bと23c、端面25bと25cの各々も流路8bを介して互いに対で連通している。また、同様に、他のフレキシブルアクチュエータ3についても、圧力室の端面18bと18c、端面20bと20c、端面22bと22c、端面24bと24cの各々も流路8bを介して互いに対で連通している。

【0049】具体的には、圧力供給口16aに供給された流体は、流路口16a'、16a''を経て、流路8aに流れ込み、その流体は流路口17a''、19a''、21a''、23a''、25a''さらに流路口17a'、19a'、21a'、23a'、25a'を経てフレキシブルアクチュエータ3の各圧力室の端面17a、19a、21a、23a、25aに到達する。

【0050】他の3つの圧力供給口16b、16c、16dに関しても同様に流路8が形成されている。圧力供給口16bからの流体は流路8bへ流れ込み、流路口17b、17c、19b、19c、21b、21c、23b、23c、25b、25cに到達し、圧力供給口16cからの流体は流路8cへ流れ込み、流路口18b、18c、20b、20c、22b、22c、24b、24cに到達し、圧力供給口16dからの流体は流路8dへ流れ込み、流路口18a、20a、22a、24aに到達する。

【0051】次に本実施例の作用について説明する。圧力制御手段5によって入力ポート2を介して流路8a、8b、8c、8dへ供給される流体の流体圧力が制御されると、フレキシブルアクチュエータ3の各圧力室の圧力が変化しフレキシブルアクチュエータ3が駆動される。多数のフレキシブルアクチュエータ3の一部は選択的に壁面100を押さえつける。各フレキシブルアクチュエータ3の圧力室の流体圧力を調整することにより、フレキシブルアクチュエータ3の先端部は推進力と壁間保持力を得て移動装置を移動させる。

【0052】次に、図7を参照して移動装置が壁面100で形成された空間を移動する動作について説明する。なお、図7では基部1の上下面の各々に4列のフレキシブルアクチュエータ3a、3b、3c、3dが立設されている。流路部13a、13bを通して特定のフレキシブルアクチュエータ3のグループに加圧することによって、アクチュエータ全体としてある決まった動作を協調的に行わせ移動させる。この移動をさせるためのフレキシブルアクチュエータ3の駆動形態の一例を図7に示す。図7の(a)、(b)、(c)および(d)に示すようにフレキシブルアクチュエータ3を順に動かしていくと、壁面100に対してフレキシブルアクチュエータ3が壁間保持力および推進力を得、基部1を含む移動装

8

置が右へ動く力を得ることができる。

【0053】すなわち、移動装置の初期状態では、(a)に示すように、フレキシブルアクチュエータ3a、3cが伸張するとともに、フレキシブルアクチュエータ3b、3dが収縮し、フレキシブルアクチュエータ3a、3cは壁面100を押しつけることにより、移動装置の位置を保持可能とする壁間保持力を得ている。

【0054】次に(b)に示すように、フレキシブルアクチュエータ3a、3cをさらに伸張するとともに進行方向へ向かって湾曲させ、推進力を生成し、移動装置本体を進行方向へ移動させる。次に、収縮していたフレキシブルアクチュエータ3b、3dを伸張させるとともに進行方向と逆方向に湾曲させ、壁面100と接触させ、壁間保持力を持たせる。

【0055】次に(c)図に示すように、フレキシブルアクチュエータ3b、3dを伸張させたまま湾曲を減少させることによって推進力を得る。一方、フレキシブルアクチュエータ3a、3cの流体圧力を減少させて収縮させる。

【0056】次に(d)に示すように、フレキシブルアクチュエータ3b、3dを伸張させるとともに進行方向に湾曲させることにより推進力を得る。一方フレキシブルアクチュエータ3a、3cを進行方向と逆方向に湾曲させた状態で伸張させ壁面100と接触させる。

【0057】次にフレキシブルアクチュエータ3a、3cを伸張させたまま、湾曲を減少させる。この後、フレキシブルアクチュエータ3a、3dを(a)に示す初期状態にもどす。

【0058】なお、上述した実施例では、基盤1の構造は平板状の2個を張り合わせた構造には限定されず、例えば、円柱の表面に多数のフレキシブルアクチュエータ3が突き出たような構造で作成してもよい。

【0059】また、上述の説明では、流路8の系統数を少なくするために圧力室の端面17bと17c等を互いに連通させ、前方後方のみに移動する場合について説明した。しかし、本実施例ではこれに限らず、流路8の系統数を増やし3個の圧力室を異なる流路に連通し、各圧力室に供給する流体圧力を独立に制御し、前方後方の他に左右方向にも移動できるようにすることが可能である。

【0060】次に、図8を参照して本発明の第2実施例について説明する。本実施例の移動装置本体は、流路部32a、32bを有する分割された構造体33aと33bとを別々に作成し、上下に2個を張り合わせることによって作成される。図8において、構造体33a、33bの流路部32a、32bの下側面31a、31bには8a、8bのパターンが形成されている。各々の流路8a、8bは、フレキシブルアクチュエータ3の特定のグループに連通されている。流路8a、8bは流路部32a、32bの内部に内蔵されるのではなく、下側面31

(6)

特開平 8-26104

9

a, 31bに流路8a, 8bの上部が解放された凹断面形状を持つ流路が形成されている。

【0061】本実施例においては、微小化を容易にするため、後述する光造形法によって光硬化性流動物質に光エネルギーを選択的に照射することによって、ほとんど組立工程を用いずに移動装置本体を形成することが可能になる。ここで、この光造形法を用いて構造体33a, 33bのような形状を作成する際には、構造体33a, 33bの内部に残った光硬化性流動物質の除去及び洗浄が問題になる。

【0062】本実施例では、構造体33a, 33bの下側面31a, 31bに流路8a, 8bの凹断面形状を持つ流路が形成され外部へ開放された形状であるため、不要な箇所を容易に除去・洗浄することができる。

【0063】なお、構造体33a, 33bを張り合わせる場合に、完全に密閉するように張り合わせることは容易ではない。そこで、構造体33a, 33bを、図9に示すようなオス型36とメス型35の構成を取り入れた形状に加工するのがよい。オス型36とメス型35の構造をとることにより、下側面31a, 31bのはり合わせを確実に密閉することができ、流路8a, 8bを正確に機能するようにできる。なお、オス型36とメス型35の組み合わせを上下逆にしてもよい。

【0064】次に、図10を参照して本発明の第3実施例について説明する。本実施例において、流路部41とフレキシブルアクチュエータ3とは異なる2種類の光硬化性流動物質を用いて形成されている。流路部41を形成する材料は、フレキシブルアクチュエータ3の材料と比較して、硬化後の硬度が大きく伸び率が小さく破断伸びが小さいものが選択される。

【0065】流路部41とフレキシブルアクチュエータ3とからなる移動装置本体は、光造形法によって次のように形成される。まず、硬化後の硬度が大きく、伸び率の小さな光硬化性流動物質を用いて、流路部41を作成する。その後、流動物質を硬化後の硬度が小さく、伸び率・破断伸びの大きいものに取り替え、光エネルギーによる硬化工程を繰り返し、フレキシブルアクチュエータ3を形成する。この時、流路部41とフレキシブルアクチュエータ3との位置合わせは、光源と光硬化性流動物質の間にアクリル板等を挿入し、流動物質に硬化の影響を与えない状態に於いて、その光の結像の位置を流路部41上で調整することによって行う。

【0066】移動装置本体を同一材料にて全て作成した場合には、圧力を加えるとフレキシブルアクチュエータ3のみでなく流路部41も変形してしまい、移動装置を有効に移動させることができない。これに対して、本実施例の構成によれば、流路部41はフレキシブルアクチュエータ3に比べて伸びにくい材料、フレキシブルアクチュエータ3のみを選択的に変形させることが可能になり、移動装置を効果的に移動させることができる。

10

【0067】次に図11を参照して本発明の第4実施例について説明する。本実施例では、基部1は2個の構造体51, 52に分割されており、2個に分割された構造体51, 52の間に流体室53が設けられている。流体室53には構造体51, 52に挟まれたベローズがあり、このベローズはチューブ4aを介して圧力制御手段5から送られる流体によって伸縮自在であり、ベローズの伸縮に伴って構造体51, 52の間の距離が変化する。なお、ベローズの代わりに風船等を用いてもよい。

10 【0068】本実施例の構成によれば、移動装置が移動する空間に壁面100間の距離や内管径の変化がある場合でも、構造体51, 52の間隔を調整することができるので、常にフレキシブルアクチュエータ3を壁面100に対して押しつけることが可能となり推進力と壁間保持力を得ることができる。

【0069】次に、図12および図13を参照して本発明の第5実施例について説明する。

20 【0070】図12に示すように基部1には、フレキシブルアクチュエータ3に流体の供給を可能とするための流路8が形成された流路部93a, 93bと、流路部93a, 93bの間にある4個に区分された流体室91a, 91b, 91c, 91dと、流体室91a, 91b, 91c, 91dに流体を供給するための流路の形成された流路部94a, 94bとが設けられている。

30 【0071】流体室91a, 91b, 91c, 91dに流体を供給することにより流路部93a, 93b間の距離を可変にすることができる。つまり、移動する空間に壁面100間の距離や内管径の変化がある場合でも、推進力と壁間保持力により移動が可能である。また、流路部93a, 93bの間に4個に区分された流体室91a, 91b, 91c, 91dを設けたので、基部1を含む移動装置本体を湾曲させることができる。

【0072】例えば、圧力制御手段5からの流体はチューブ4を経て流路部93, 94へ供給される。この場合、流体室91aと91bのみに流体を供給すると、移動装置本体が図13に示すように湾曲する。この結果、湾曲した部分を有する壁面100の空間も移動することが可能になる。

40 【0073】さらに、湾曲した部分を有する壁面100の空間がその壁面100間の距離を拡大あるいは縮小しながら湾曲している場合においても、流路部93a, 93b間の距離を変えたとともに移動装置本体を湾曲させることにより、移動装置を移動させることができる。

50 【0074】例えば、流体室91c, 91dに流体を加えると同時に流体室91a, 91bには流体室91c, 91dに加えた流体よりも多くの流体を加えることにより流路部93a, 93b間の距離を変えてフレキシブルアクチュエータ3間の距離を拡大し、流体室91aと91bと流体室91cと91dに加えた流体圧力の差圧により移動装置本体を湾曲させることによって可能にな

(7)

特開平8-26104

11

る。

【0075】なお、本実施例による移動装置を進行方向に複数個連結させ、連結した移動装置本体をS字型に湾曲させながら移動させる構成としてもよい。

【0076】次に、図14および図15を参照して本発明の第6実施例について説明する。

【0077】フレキシブルアクチュエータ3の先端部3aには、図15(a)に示すよう弾性変形させるための流体室83の他に、フレキシブルアクチュエータ3を壁面100に吸着させるための流体室からなる吸着部82aが設けられている。吸着部82aは3個の流体室83の隔壁が交わる中心部にある。なお、図15(b)に示すように、3個の流体室83の周壁に隣接して3個の吸着部82bを設けてもよく、あるいは図15(c)に示すように3個の流体室83の周壁の外周に吸着部82cを設けてもよい。吸引部82a、82b、82cの数はさらに増やしてもよい。

【0078】圧力制御手段5からの流体はチューブ4を介して特定のフレキシブルアクチュエータ3の流体室83へ選択的に供給される。また、フレキシブルアクチュエータ3は、圧力吸引装置87によってチューブ89を介して吸引部82a、82b、82cにより壁面100に吸着される。この結果、吸引部82a、82b、82cの働きにより、移動装置は壁面100に吸着しながら移動することが可能になる。

【0079】次に、図16及び図17を参照して本発明の第7実施例について説明する。

【0080】前述の第1～第6実施例では、いずれも移動装置本体とは別体の圧力制御手段5によって外部からチューブ4を介して移動装置本体内部にある流路の流体圧力を制御していた。

【0081】これに対して、本実施例は、移動装置本体とは別体の圧力制御手段5等の複雑な装置を不要とし、移動装置本体に流体素子を用いた発振回路を設け、これによって発生した圧力変動によって各フレキシブルアクチュエータ3を駆動するものである。

【0082】図16に示すように、基部1を構成する構造体71a、71bの各々の内部には流体素子からなる複数の発振回路部72が配設されており、これらの発振回路部72の間に流路75が形成されている。

【0083】発振回路部72には、例えば図17に示すような流体素子76を用いることができる。流体素子76は側壁付着形論理素子として知られており、図中の梨地部分を構造体71a、71bの各々の内部に形成するだけでよく、光造形法によって容易に成形することが可能である。

【0084】図17において例えばポート76aに一定の圧力を供給し、ポート76b、76cをそれぞれ負荷側（フレキシブルアクチュエータ3側）に接続すると、ポート76aから供給された流体は一定の周期で切替わ

12

りながらポート76b、76cへ流れる。したがってポート76b、76cを構造体71a、71b内に形成した流路75を通じて特定のフレキシブルアクチュエータ3を選択的に駆動することができる。ここで、外部からは移動装置本体へは一本の送気管73を通じて圧力源74より一定圧力が供給されるだけでよい。

【0085】次に、移動装置本体の光造形法による製造方法について図18および図19を参照して説明する。前述の第2、第3実施例の移動装置を作成する方法について説明する。光造形法で製造しようとする移動装置本体を輪切り状にし、各輪切りの断面に対応する種々の光学マスク63のパターンを作成する。図18において、光源62の光エネルギーを光学マスク63およびレンズ装置64を通して、光硬化性流動物質61上に光学マスク63の像を結像する。

【0086】この結果、光学マスク63のパターンに応じて光が照射された部分の光硬化性流動物質61のみが硬化反応を起こし、エレベータ66上に硬化層が形成される。

【0087】次に、その硬化した層の厚さ分だけZステージ65によりエレベータ66を降下させ、光学マスク63のパターンを他のパターンに交換し、光源62の光エネルギーを光硬化性流動物質61上に交換した光学マスク63のパターンを結像する。このようにして、硬化層の厚さ分だけエレベータ66を降下させるとともに光学マスク63を交換しながら光照射による光硬化性流動物質61の硬化を繰り返し、所望の3次元形状の移動装置本体を形成する。

【0088】なお、光造形法は図18に示したような光学マスク63を使用するのに限らず、例えば図19に示すように、光学マスク63を使用する代わりにミラー68をX方向、Y方向へ振ることにより所望のパターンを光硬化性流動物質61上に形成してもよい。

【0089】

【発明の効果】以上説明したように本発明の構成によれば、信頼性が高く、壁間等に形成された空間内を移動でき小型化に適した構造を有する移動装置を提供することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の移動装置の第1実施例の構成図を示す斜視図。

【図2】第1実施例の構造体のユニットを示す断面図。

【図3】図2の線A-Aで見た基部の内部の流路を示す断面図。

【図4】図2の線B-Bで見た基部の内部の流路を示す断面図。

【図5】図2の線C-Cで見た基部の内部の流路を示す断面図。

【図6】図2の線D-Dで見た基部の内部の流路を示す断面図。

(8)

特開平8-26104

13

【図7】第1実施例の移動装置の動作を説明する図。

【図8】第2実施例を示す分解説明図。

【図9】第2実施例の構造体を示す断面図。

【図10】第3実施例を説明するための側面図。

【図11】第4実施例の概略構成を示す構成説明図。

【図12】第5実施例の上平面図(a)と側平面図(b)。

【図13】第5実施例の動作を説明する断面図。

【図14】第6実施例の概略構成を示す構成説明図。

【図15】第6実施例におけるフレキシブルアクチュエータの例を示す断面図。

【図16】第7実施例の概略構成を示す斜視図。

【図17】第7実施例において使用する流体素子を示す平面図。

【図18】光造形法により移動装置を製造する場合に使用する製造装置の概略構成を示す構成説明図。

【図19】光造形法により移動装置を製造する場合に使用する他の製造装置の概略構成を示す構成説明図。

【図20】従来の移動装置の一例を示す図。

【図21】フレキシブルアクチュエータの構成を示す分解斜視図。

14

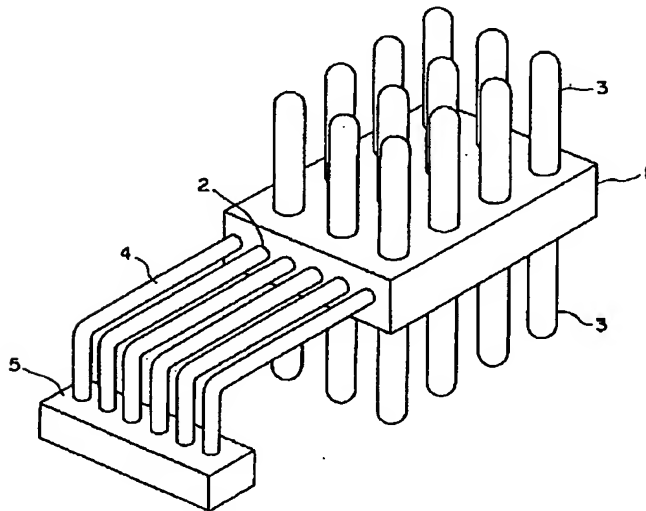
【図22】フレキシブルアクチュエータの他の構成を示す分解斜視図。

【図23】フレキシブルアクチュエータの動作を説明する説明図。

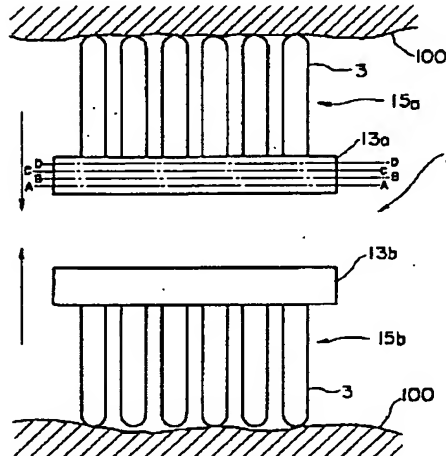
【符号の説明】

- 1 基部
- 2 入力ポート
- 3 筒状弾性体（フレキシブルアクチュエータ）
- 4 チューブ
- 5 圧力制御手段
- 8 流路
- 15 a, 15 b 構造体
- 61 光硬化性流動物質
- 62 光源
- 63 光学マスク
- 64 レンズ装置
- 65 Zステージ
- 66 エレベータ
- 68 ミラー
- 100 壁面

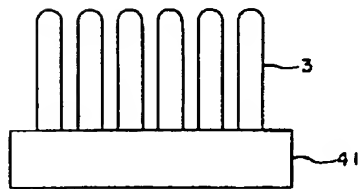
【図1】



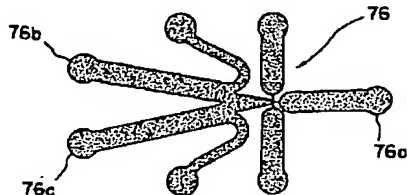
【図2】



【図10】



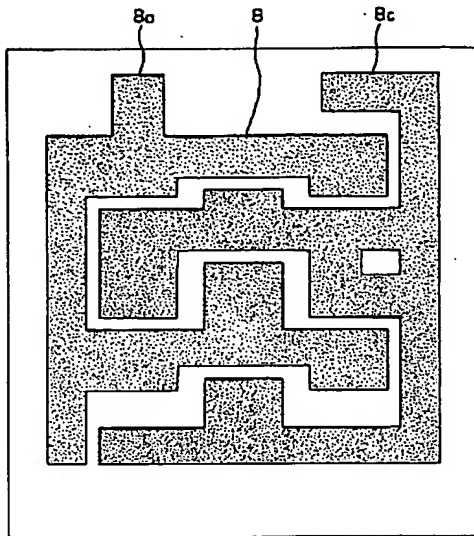
【図17】



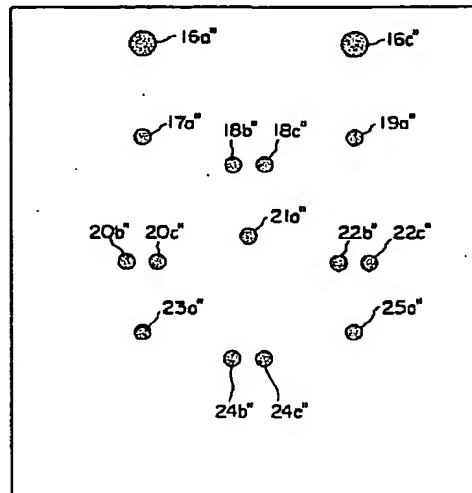
(9)

特開平 8-26104

【図 3】

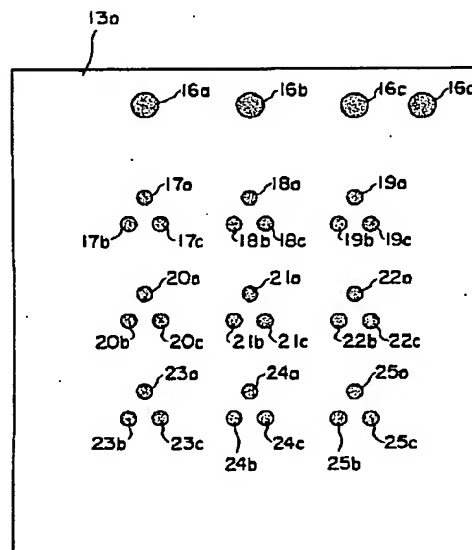
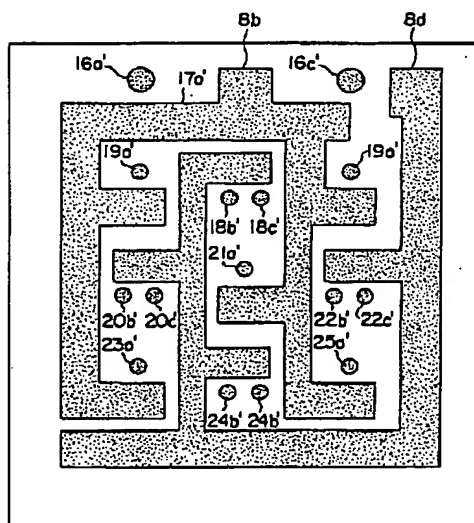


【図 4】

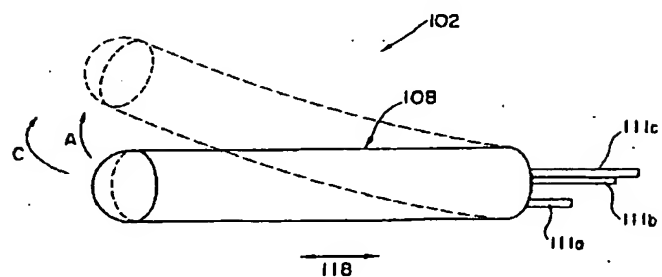


【図 6】

【図 5】



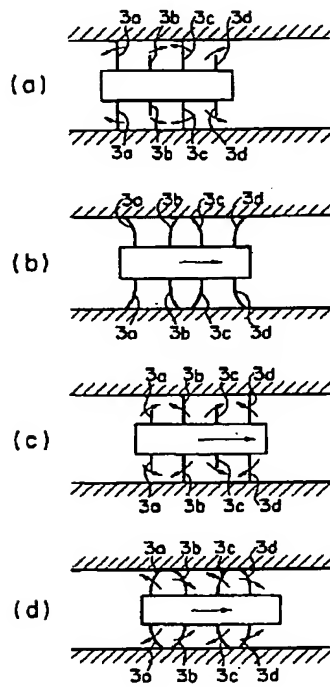
【図 23】



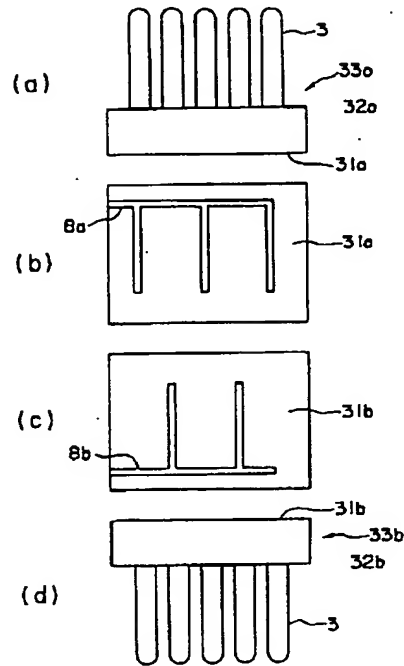
(10)

特開平8-26104

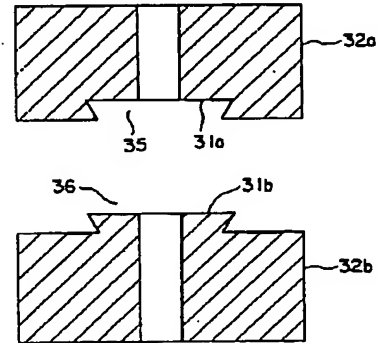
【図7】



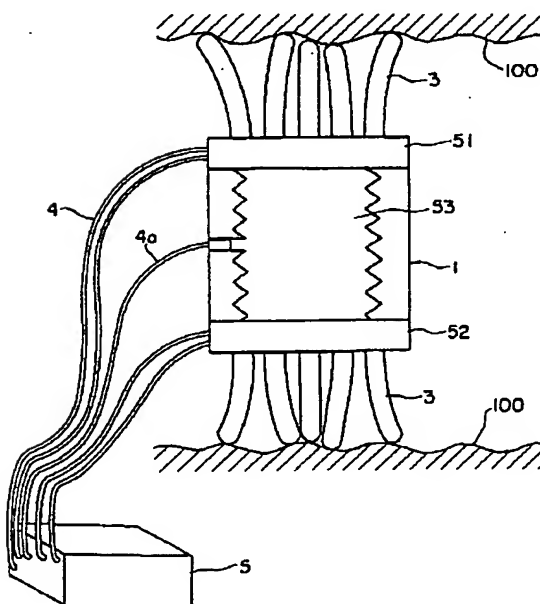
【図8】



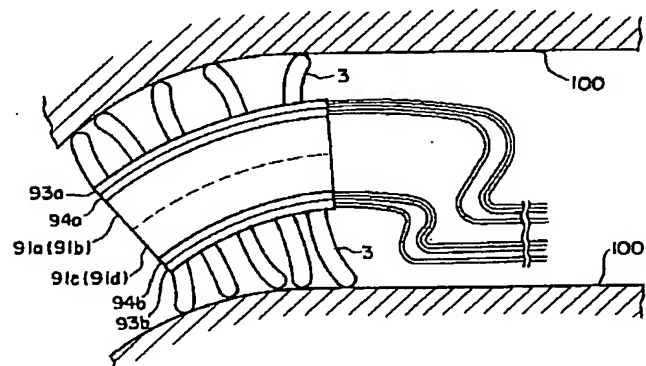
【図9】



【図11】



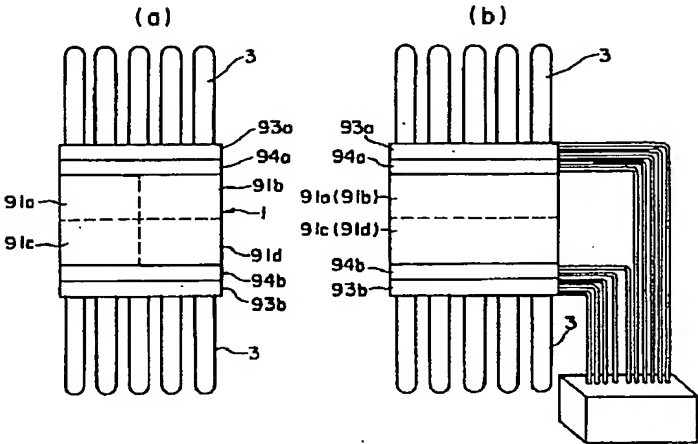
【図13】



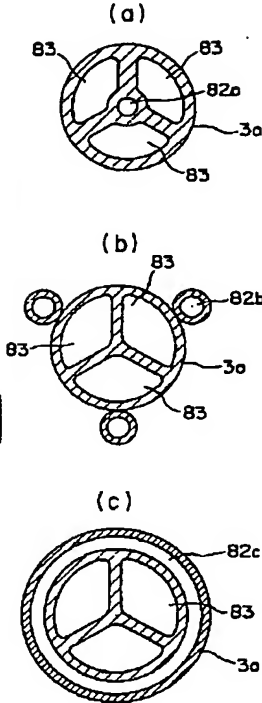
(11)

特開平 8 - 2 6 1 0 4

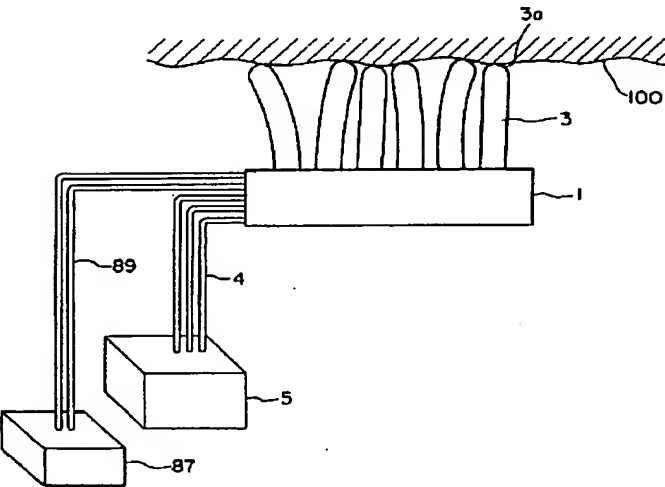
【図 1 2】



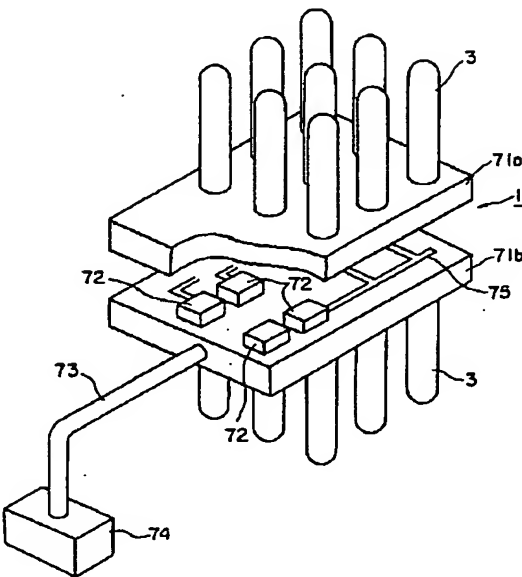
【図 1 5】



【図 1 4】



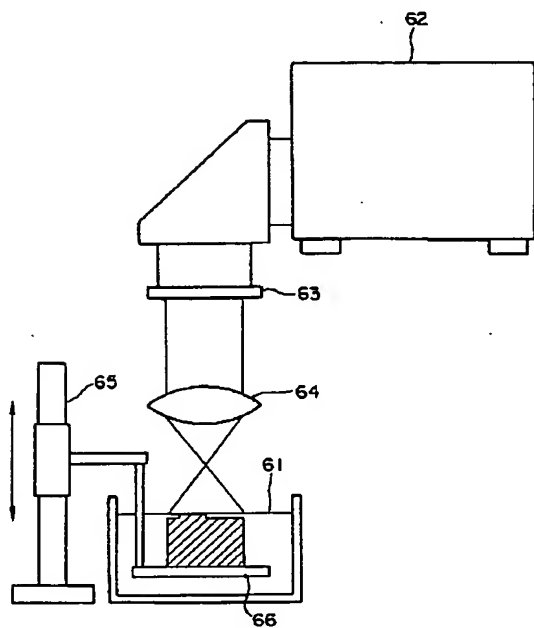
【図 1 6】



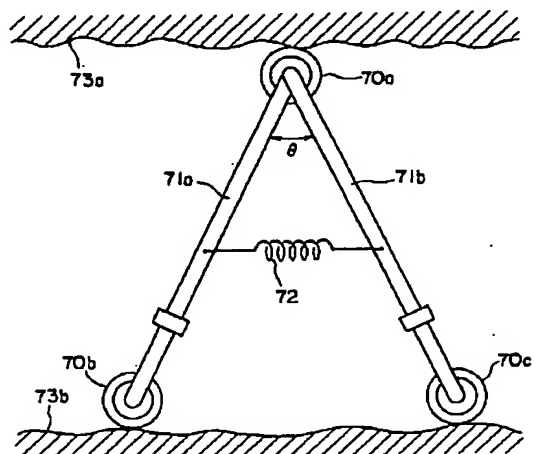
(12)

特開平 8-26104

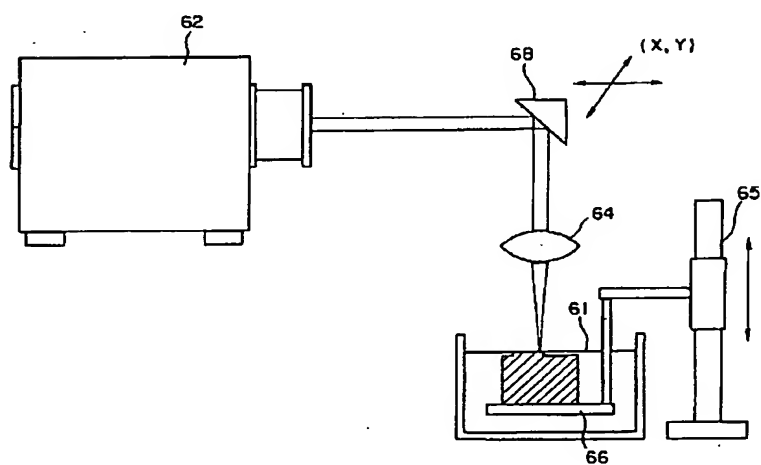
【図 18】



【図 20】



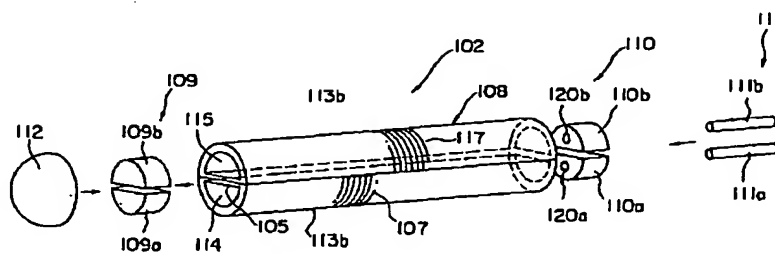
【図 19】



(13)

特開平 8-26104

【図 2 1】



【図 2 2】

